

УДК 631.3

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Бондар А.М., к.т.н.

Латоша В.В., магістр

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Одним з головних напрямків підвищення продуктивності тракторів в сільському господарстві є максимальне використання їх тягово-потужнісних властивостей. Це можливо тільки при збільшенні робочих швидкостей енергетичного засобу. Однак робота на підвищених швидкісних режимах призводить до погіршення стабільності технологічних процесів в зв'язку зі збільшенням чутливості рульового управління, так як зі збільшенням швидкості МТА (машинно-тракторного агрегату) необхідно збільшувати і передавальне відношення рульового механізму, а зі зменшенням швидкості, відповідно, зменшувати.

На сьогоднішній день відсутня така сільськогосподарська техніка, рульове управління якої повністю відповідало б цим вимогам. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на створення рульових управлінь сільськогосподарських МТА, що працюють на підвищених швидкісних режимах і забезпечують адаптивність передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху.

Маневреність МТА є важливим експлуатаційним властивістю колісної машини, яка визначає ефективність використання і безпеку руху [1-7].

Максимальний кут повороту керуючих коліс зазвичай не перевищує $40 \dots 55^\circ$. Максимальний кут повороту рульового колеса в кожную сторону в існуючих конструкціях рульових управлінь становить $1,5 \dots 3,0$ оборотів.

Ставлення кута повороту рульового колеса до кута повороту керуючих коліс називається передавальним відношенням рульового механізму. Практикою встановлено, що воно знаходиться в наступних межах: для автомобілів незалежно від наявності гідропідсилювача $20,0 \dots 23,5$; для легкових автомобілів $17,0 \dots 18,2$; для тракторів $12,0 \dots 19,0$. Варто сказати, що рульові управління з постійним передавальним числом не завжди задовольняють умовам маневреності, так як умови руху по прямій і при повороті з різним радіусом кривизни суттєво відрізняються. Тому необхідно прагнути розробляти такі схеми рульових управлінь, у яких передавальне число рульового механізму буде адаптивним.

З цією метою було проаналізовано переміщення МТА уздовж базової лінії на базі «велосипедної моделі» (рис.1)[2]:

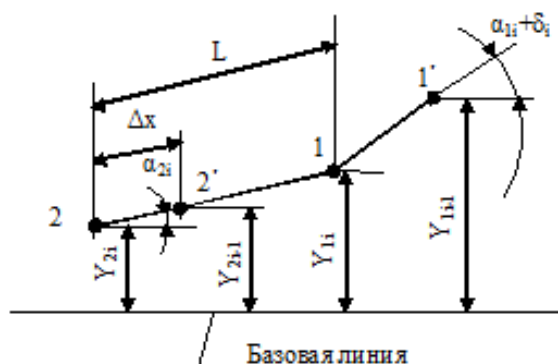


Рис. 1. Схема переміщення МТА уздовж базової лінії

L - довжина колісної бази трактора; α_1 - кут повороту передніх керуючих коліс; α_2 - поточне значення курсового кута остова трактора; Y_1 , Y_2 - поточне значення відхилень від базової лінії переднього і заднього коліс трактора відповідно; Δx - крок квантування моделі по переміщенню

Наведена схема переміщення МТА уздовж базової лінії дає можливість розробити математичну модель адаптивного рульового управління. Дискретна математична модель традиційного рульового управління в даному випадку має вигляд [6]:

$$\begin{cases} \alpha_{1i} = \frac{\alpha_i}{W}; & \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ \alpha_{2i} = \frac{(Y_{1i-1} - Y_2)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + (\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x \end{cases} \quad (1)$$

де V - швидкість руху МТА, м/с;

W - передавальне відношення рульового механізму;

Δt - крок квантування за часом (0,05 с);

δ - значення кута уводу еластичних шин, рад.

Під час руху машинно-тракторний агрегат відхиляється від заданої траєкторії в результаті впливу на нього зовнішніх факторів, що впливають [7]. Це призводить до того, що оператору постійно доводиться виконувати коригувальні дії рульовим колесом. При адаптивній схемі рульового управління передавальне відношення розраховується наступним чином:

$$W_i = W \left(1 + \frac{V}{V_0} \right) \quad (2)$$

де V_0 - рекомендована швидкість руху МТА при виконанні сільськогосподарських операцій (const), м/с.

З огляду на рівняння (2), систему (1) можливо записати в наступному вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ W_i = W \left(1 + \frac{V_i}{V_0} \right); \\ \alpha_{1i} = \frac{\alpha_i}{W_i}; \\ \alpha_{2i} = \frac{(Y_{1i-1} - Y_2)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + (\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x. \end{array} \right. \quad (3)$$

Аналіз роботи МТА свідчить про необхідність застосування рульового управління в якому передавальне відношення рульового механізму зможе змінюватися в залежності від умов роботи.

Список літератури.

1. Бондар А.М., Петров В.О., Чаусов С.В., Новик О.Ю. Автоматизація систем рульового керування для прецезійного управління мобільними машинами. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Вип. 6. Херсон, 2018. С 85-95.
2. Бондар А.М. Метод контроля системы управления колесной машины с целью обеспечения эффективной работы. *Motrol. Lublin*. 2016. Vol. 17, No9. P. 13-17.
3. Бондар А.М. Пути повышения качества отслеживания траектории мобильных машин. *Motrol. Lublin*. 2015. Vol. 17, N9. P3-8.
4. Бондар А.М., Приступа О.В. Дослідження конструкцій механічних рульових керувань з перемінним передаточним відношенням. *Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ*. 2018. С. 20-22.
5. Журавель Д.П. Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні біопально-мастильних матеріалів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. 44 с.
6. Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Петренко К.Г. *Триботехніка*. Курс лекцій з навчальної дисципліни для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 280 с.
7. Журавель Д.П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2012. Вип. 12. т.2. С. 28-32.